

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

Gaseinlassv richtung fuer Reakti nsgefasse**Patent number:** DE3537544**Publication date:** 1987-05-21**Inventor:** JUERGENSEN HOLGER DR**Applicant:** AIXTRON GMBH**Classification:****- international:** B01J4/00; B01J3/02; B01J12/00; C30B25/14; C30B29/40; H01L21/205; F16K11/20; C23C14/00; C23C14/54**- european:** B01F3/02; F16K11/22**Application number:** DE19853537544 19851022**Priority number(s):** DE19853537544 19851022**Also published as:**

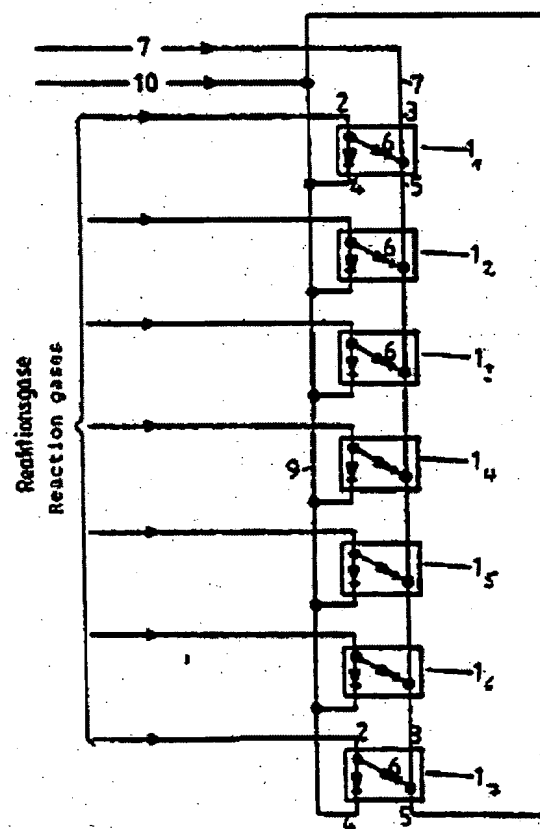
WO870259

EP0243416

EP0243416

Abstract of DE3537544

The above-described device has a valve system allowing one or more reaction gases as well as a carrier gas to be fed into the reactor. The device is characterized by the fact that a multi-way valve (1) is provided for each reaction gas, the valve being provided with a duct (6; 20, 13, 21) constantly conveying a carrier gas, the outlet (5) of which is connected to the inlet (3) of the following multi-way valve (1) located downstream or of the reactor (8), and of which the reaction gas inlet (2) is connected, according to the control position of the valve to the duct (6, 20, 13, 21) or to a second outlet (4 or 4'). The above-described device offers the advantage that individual reaction gas flows can be switched practically without any dead volume and/or pressure fluctuations.



⑬ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Patentschrift
⑪ DE 3537 544 C 1

⑳ Aktenzeichen: P 35 37 544.2-43
㉑ Anmeldetag: 22. 10. 85
㉒ Offenlegungstag: —
㉓ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 21. 5. 87

⑤① Int. Cl. 4:
B 01 J 4/00

B 01 J 3/02
B 01 J 12/00
C 30 B 25/14
C 30 B 29/40
H 01 L 21/205
F 16 K 11/20
C 23 C 14/00
C 23 C 14/54

Behördeneigentlich

DE 3537 544 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ Patentinhaber:

Aixtron GmbH, 5100 Aachen, DE

⑦④ Vertreter:

Münich, W., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.; Neidl-Stippler,
C., Dipl.-Chem.Dr.phil.nat.; Petra, E., Dipl.-Ing.,
Pat.-Anw.; Schiller, W., Dr.; Steinmann, O., Dr.,
Rechtsanw., 8000 München

⑦② Erfinder:

Jürgensen, Holger, Dr., 5100 Aachen, DE

⑥⑧ Im Prüfungsverfahren entgegengehaltene
Druckschriften nach § 44 PatG:

JP 2 08 369-82 (A), ref. In Patents Abstracts of Japan,
M-201, Vol. 7, 1983, Nr. 68;

⑥④ Gas-einlaßvorrichtung für Reaktionsgefäße

Beschrieben wird ein Gas-einlaßsystem für Reaktionsgefäße, insbesondere für die III-V-Halbleiterherstellung. Das Gas-einlaßsystem weist in bekannter Weise eine Ventileinrichtung auf, über die ein oder mehrere Reaktionsgase sowie ein Trägergas in das Reaktionsgefäß einleitbar sind.

Erfindungsgemäß ist in der Ventileinrichtung für jedes Reaktionsgas ein 4-Wege-Ventil vorgesehen, das einen ständig vom Trägergas durchströmten Durchgangskanal aufweist. Der Auslaß des Durchgangskanals ist mit dem Einlaß des stromabwärts nächsten 4-Wege-Ventils bzw. dem Einlaß des Reaktionsgefäßes verbunden. Der Reaktionsgas-Einlaß eines jeden Ventils ist je nach Schaltstellung des Ventils mit dem Durchgangskanal oder einem zweiten Auslaß verbunden.

Das erfindungsgemäße Gas-einlaßsystem hat damit den Vorteil, daß die Schaltzeiten kurz und die Totvolumina beim Umschalten der Ventileinrichtung klein sind.

DE 3537 544 C 1

Patentansprüche

1. Gaseinlaßvorrichtung für Reaktionsgefäße mit einer Ventileinrichtung, über die ein oder mehrere Reaktionsgase sowie ein Trägergas in das Reaktionsgefäß einleitbar sind, dadurch gekennzeichnet, daß in der Ventileinrichtung für jedes Reaktionsgas ein 4-Wege-Ventil (1) vorgesehen ist, das einen ständig vom Trägergas durchströmten Durchgangskanal (20, 13, 21) aufweist, dessen Auslaß (5) mit dem Einlaß (3) des stromabwärts nächsten 4-Wege-Ventils (1) bzw. des Reaktionsgefäßes verbunden ist, und dessen Reaktionsgas-Einlaß (2) je nach Schaltstellung des Ventils mit dem Durchgangskanal oder einem zweiten Auslaß (5) verbunden ist.
2. Gaseinlaßvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das 4-Wege-Ventil (1) aus zwei einzeln betätigbaren Absperrventilen (15, 16) besteht, von denen das eine im Strömungsweg zwischen Reaktionsgas-Einlaß (3) und Durchgangskanal und das andere im Strömungsweg zwischen Reaktionsgas-Einlaß und zweitem Auslaß (5) angeordnet ist.
3. Gaseinlaßvorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Ein- und Auslässe sternförmig und die Absperrventile in einer Ebene angeordnet sind.
4. Gaseinlaßvorrichtung nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Absperrventile Faltenbalgventile sind.
5. Gaseinlaßvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Ventile elektrisch oder pneumatisch betätigbar sind.
6. Gaseinlaßvorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß als 4-Wege-Ventil ein mit einem weiteren Anschluß versehenes handelsübliches 3-Wege-Ventil verwendet wird.
7. Gaseinlaßvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Ein- bzw. Auslässe Schraubverbindungen aufweisen, die eine direkte Verbindung des Trägergasauslasses eines 4-Wege-Ventils mit dem Trägergas-Einlaß des stromabwärts nächsten Ventils ermöglichen.
8. Gaseinlaßvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die zweiten Auslässe (5) der einzelnen 4-Wege-Ventile (1) mit einem Abgaskanal (9) verbunden sind, in dem ein Unterdruck oder eine Strömung aufrechterhalten wird.
9. Gaseinlaßsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß eine Steuereinheit vorgesehen ist, die die einzelnen Reaktionsgas-Ströme auf vorgegebene stationäre Werte einstellt, und die die einzelnen 4-Wege-Ventile entsprechend dem gewünschten Einlaßprogramm umschaltet.

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Gaseinlaßvorrichtung für Reaktionsgefäße, insbesondere für die III-V-Halbleiterherstellung, gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Bei Reaktionsgefäßen, die insbesondere für die III-V-Halbleiterherstellung geeignet sind, besteht allgemein das Problem, nacheinander eine Reihe von Reaktionsgasen sowie ein Träger- bzw. Schutzgas in das Re-

aktionsgefäß einzuleiten. Dabei sollen die Reaktionsgase nicht nur mit bestimmten Drücken, sondern auch in einer genau definierten zeitlichen Abfolge mit "scharfen" Konzentrationsübergängen eingeleitet werden können.

In der Vergangenheit sind in der Regel Gaseinlaßvorrichtungen verwendet worden, die für jedes Reaktions- bzw. Trägergas ein Absperrventil sowie gegebenenfalls Dosiereinrichtungen aufweisen. Dabei sind u. a. Ventile in Betracht gezogen worden, wie sie beispielsweise in "PATENTS ABSTRACTS OF JAPAN" M-201, Vol. 7, 1983 beschrieben sind.

Es hat sich jedoch herausgestellt, daß es mit Gaseinlaßvorrichtungen, bei denen bekannte Ventiltypen, beispielsweise die in "PATENTS ABSTRACTS OF JAPAN" beschriebenen 4-Wege-Ventile mit zwei einseitig, unabhängig arbeitenden Ventilkolben verwendet werden, nicht möglich ist, die Reaktionsgase zeitlich nacheinander in rascher Folge in das Reaktionsgefäß einzubringen, ohne daß Restgasverunreinigungen entstehen. Insbesondere stören die bei den bekannten Gaseinlaßvorrichtungen auftretenden Schaltverzögerungen auf Grund der unumgänglichen Totvolumina und/oder von gleichzeitig abgesperrten Leitungen. Darüber hinaus können durch An- bzw. Abschalten verschiedener Gasströme Druckschwankungen im Reaktionssystem auftreten, die für den Prozeß störend sein können.

Ferner ist es mit den bekannten Ventileinrichtungen nur mit großem Aufwand möglich, die für die III-V-Halbleiterherstellung erforderlichen Leckraten von kleiner als 10^{-8} mbar l/sec zu erreichen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Gaseinlaßvorrichtung für Reaktionsgefäße, insbesondere für die III-V-Halbleiterherstellung, anzugeben, bei der die Schaltverzögerungen auf Grund des Umschaltens von verschiedenen Reaktionsgas-Strömen minimal sind und darüber hinaus praktisch keine Druckschwankungen beim Umschalten auftreten.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die im kennzeichnenden Teil des Patentanspruchs 1 angegebenen Merkmale gelöst. Erfindungsgemäß weist die Ventileinrichtung für jedes Reaktionsgas ein 4-Wege-Ventil auf, das einen ständig vom Trägergas durchströmten Durchgangskanal besitzt. Je nach Schaltstellung des Ventils ist der Reaktionsgas-Einlaß mit dem vom Trägergas durchströmten Durchgangskanal oder einem zweiten Ausgangsanschluß verbunden.

Diese Anordnung hat eine Reihe von Vorteilen:

Da der Reaktionsgas-Strom nicht an- bzw. abgeschaltet, sondern lediglich zwischen dem Durchgangskanal und dem zweiten Ausgangsanschluß umgeschaltet wird, entstehen praktisch keine Druckschwankungen. Darüber hinaus sind die Schaltverzögerungen auf Grund von Totvolumina etc. in der Praxis zu vernachlässigen, da sämtliche Reaktionsgas-Einlässe mit dem ständig vom Trägergas durchströmten Kanal in dem Betriebszustand verbunden sind, in dem dieses Reaktionsgas in den Reaktionsraum einströmen soll.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet:

Im Anspruch 2 ist eine besonders einfache Ausbildung des bei der erfindungsgemäßen Gaseinlaßvorrichtung verwendeten 4-Wege-Ventils beschrieben. Das erfindungsgemäß verwendete 4-Wege-Ventil besteht aus zwei einzeln betätigbaren Absperrventilen, von denen eines normalerweise geschlossen und das andere normalerweise geöffnet ist. Das normalerweise geschlossene Absperrventil ist in der Verbindung zwischen dem

Durchgangskanal und dem Reaktionsgas-Eingangsanschluß angeordnet, während das normalerweise geöffnete Absperrventil in der Verbindung zwischen dem Reaktionsgas-Eingangsanschluß und dem zweiten Ausgangsanschluß angeordnet ist, über den das Reaktionsgas dann abströmt, wenn es nicht in den Reaktionsraum eingelassen werden soll.

Durch die in Anspruch 3 gekennzeichnete Anordnung der Eingangs- und Ausgangsanschlüsse sowie der Absperrventile erhält man kürzest mögliche Verbindungen zwischen den einzelnen Anschlüssen und den Ventilen, so daß eventuell noch bestehende Totvolumina weiter herabgesetzt werden.

Die Verwendung von Faltenbalg-gedichteten Absperrventilen gemäß Anspruch 4 erlaubt in einfacher Weise, die insbesondere für die III-V-Halbleiterherstellung erforderliche Leckrate zu realisieren.

Von besonderem Vorteil ist es in jedem Falle, wenn die Ventile elektrisch oder pneumatisch betätigbar sind. Eine derartige elektrische oder pneumatische Betätigung erlaubt es, eine Steuereinheit für die erfindungsgemäße Gaseinlaßvorrichtung vorzusehen. Diese Steuereinheit kann die einzelnen 4-Wege-Ventile entsprechend dem gewünschten Einlaßprogramm für die verschiedenen Reaktionsgase umschalten. Darüber hinaus kann die Steuereinheit auch die einzelnen Reaktionsgas-Ströme auf vorgegebene stationäre Werte beispielsweise mit einem entsprechenden Drossel- bzw. Proportionalventil einstellen.

Insbesondere bei teuren Reaktionsgasen ist es durch die Verwendung der erfindungsgemäß vorgesehenen Steuereinheit möglich, daß die Steuereinheit den stationären Reaktionsgas-Strom erst kurze Zeit vor dem Zeitpunkt, zu dem der Reaktionsgas-Strom in das Reaktionsgefäß eingeleitet werden soll, auf einen vorgebbaren stationären Wert einstellt, um nicht unnötig teures Reaktionsgas durch den zweiten Ausgangsanschluß "abströmen" zu lassen.

Ein weiterer Vorteil der erfindungsgemäßen Gaseinlaßvorrichtung ist, daß zum Lecktest beide Absperrventile geschlossen werden können. Der Lecktest kann auch durch die Steuereinheit automatisiert werden, die zum Lecktest beide Absperrventile schließt und die Leckrate mißt.

In den Ansprüchen 6 und 7 ist eine vorteilhafte Ausbildung des erfindungsgemäßen verwendeten 4-Wege-Ventils angegeben. Durch Modifizieren eines handelsüblichen 3-Wege-Ventils ist es mit geringen Kosten möglich, die erfindungsgemäßen 4-Wege-Ventile herzustellen. Beispielsweise können die erfindungsgemäßen 4-Wege-Ventile durch Modifikation eines handelsüblichen ASM-3-Wege-Ventils hergestellt werden.

Die Totvolumina, Steuerzeiten sowie der Gasverbrauch können weiter reduziert werden, wenn die Einlässe und Auslässe der Ventile Anschlüsse aufweisen, die ein direktes Verbinden der einzelnen Ventile der Gaseinlaßvorrichtung sowie des Reaktionsgefäßes erlauben. Derartige Anschlüsse sind beispielsweise VCR-Male und VCR-FEMALE-Schraubanschlüsse. Beispielsweise wird der Einlaß für den Trägergasstrom mit einem VCR-MALE-Anschluß versehen, während der Auslaß mit einem VCR-FEMALE-Anschluß versehen wird.

Die Erfindung wird nachstehend anhand eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher beschrieben, in der zeigt

Fig. 1 schematisch eine erfindungsgemäße Gaseinlaßvorrichtung, und

Fig. 2a und 2b den Aufbau eines erfindungsgemäßen

4-Wege-Ventils.

Fig. 1 zeigt schematisch eine erfindungsgemäße Gaseinlaßvorrichtung für Reaktionsgefäße, insbesondere für die III-V-Halbleiterherstellung. Die erfindungsgemäße Gaseinlaßvorrichtung weist eine Reihe von nur schematisch dargestellten 4-Wege-Ventilen 1₁, 1₂ bis 1_n auf. Die 4-Wege-Ventile 1, deren Aufbau in Verbindung mit den Fig. 2a und 2b näher erläutert werden wird, haben jeweils vier Anschlüsse 2, 3, 4 und 5. Die Anschlüsse 3 und 5 sind dabei durch einen Durchgangskanal 6 laufend verbunden, während der Anschluß 2 je nach Schaltstellung des Ventils entweder mit dem Durchgangskanal 6 oder dem Anschluß 4 verbunden ist.

Die einzelnen Ventile 1₁ bis 1_n sind so miteinander verschaltet, daß mit dem Anschluß 3 des Ventils 1₁ eine Leitung 7 für einen Trägergas-Strom verbunden ist, während die Anschlüsse 5 jeweils mit dem Anschluß 3 des nächsten Ventils verbunden sind. Der Anschluß 5 des Ventils 1₁ ist über eine Leitung 8 mit dem Reaktionsgefäß verbunden. Hierdurch entsteht ein durchgehender Kanal für den Trägergas-Strom. Die Anschlüsse 2 der verschiedenen Ventile sind mit Vorratsgefäßen für die einzelnen Reaktionsgase verbunden, während die Anschlüsse 4 mit einem gemeinsamen Abluftkanal 9 verbunden sind. Der Abluftkanal 9 wird mittels einer Abluftspül-Leitung 10 laufend gespült. Ferner können noch nicht dargestellte Dosier- bzw. Proportionalstellventile vorgesehen werden, mit denen die einzelnen Reaktionsgasströme eingestellt werden können.

Die in Verbindung mit Fig. 1 erläuterte Gaseinlaßvorrichtung erlaubt es, dem ständig über die Leitung 7, die einzelnen Durchgangskanäle 6 sowie die Leitung 8 in den Reaktor strömenden Trägergas-Strom je nach Schaltstellung der einzelnen Ventile 1₁ bis 1_n die einzelnen Reaktionsgase beizumischen.

Da die Reaktionsgasströme durch die Ventile 1 lediglich umgeschaltet werden, entstehen keine Druckschwankungen beim An- bzw. Abschalten von Reaktionsgasen. Darüber hinaus ist das Totvolumen der erfindungsgemäßen Gaseinlaßvorrichtung zum einen durch den in Verbindung mit den Fig. 2a und 2b im folgenden näher erläuterten Aufbau der einzelnen Ventile sowie durch die ständige Trägergas-Spülung der Kanäle äußerst gering, so daß schnelle Schaltzeiten für die einzelnen Reaktionsgase erreicht werden können. Die Anstiegs- und Abfallzeiten der einzelnen Reaktionsgas-Beimischungen können dabei im Bereich deutlich unter einer Sekunde liegen.

Fig. 2a zeigt einen Querschnitt durch ein erfindungsgemäßes 4-Wege-Ventil, Fig. 2b einen Querschnitt durch das Ventil bei der Linie II-II in Fig. 2a.

Das pauschal mit 1 bezeichnete Ventil weist — wie bereits in Verbindung mit Fig. 1 beschrieben — vier Anschlüsse 2, 3, 4 und 5 auf. Die vier Anschlüsse 2—5 sind sternförmig angeordnet. Der Anschluß 2 ist über einen Kanal 11 mit einem Kanal 12 verbunden, dessen beide Enden in Hohlräume 13 und 14 münden, in denen die Ventilstößel 15 und 16 der Faltenbalgventile 17 und 18 angeordnet sind. Die Ventilstößel 15 und 16 dichten dabei jeweils die Enden des Kanals 12 ab. Der Anschluß 4 ist über einen Kanal 19 mit dem Hohlraum 14 verbunden, während die Anschlüsse 3 und 5 über Kanäle 20 und 21 mit dem Hohlraum 13 verbunden sind.

Ferner sind bei den gezeigten Ausführungsbeispielen die Ventile pneumatisch betätigbar, wobei das Ventil 17 normalerweise geöffnet und das Ventil 18 normalerweise geschlossen ist. Die pneumatische Betätigungseinrichtung der Ventile ist bekannt, so daß sie im folgenden

nicht näher erläutert werden wird.

Wie bereits in Verbindung mit Fig. 1 beschrieben, ist der Anschluß 2 mit einem Reaktionsgas-Behälter und der Anschluß 3 mit einer Leitung bzw. mit dem Anschluß 5 des stromaufwärts angeordneten Ventils verbunden, durch das ein Trägergas-Strom fließt. Der Trägergas-Strom kann dabei durch den Anschluß 3, den Kanal 20, den Hohlraum 13, den Kanal 21 und den Anschluß 5 unabhängig von der Schaltstellung der Stößel 15 und 16 durch das 4-Wege-Ventil hindurchströmen. Der Reaktionsgas-Strom, der durch den Anschluß 2 in das Ventil eintritt, fließt im nichtbetätigten Zustand durch den Kanal 11, den Kanal 12, den Hohlraum 14, den Kanal 17 zu dem Anschluß 4 und damit in den Abluftkanal 9. Im betätigten Zustand, in dem der Stößel 16 den Kanal 12 verschließt und der Stößel 15 zurückgezogen ist, fließt der Reaktionsgasstrom über den Kanal 11 und den Kanal 12 in den Hohlraum 13 und damit über den Kanal 21 zum Ausgangsanschluß 5.

Das in Fig. 2 dargestellte 4-Wege-Ventil hat in Verbindung mit der erfindungsgemäßen Gaseinlaßvorrichtung eine Reihe von Vorteilen:

Das erfindungsgemäße Ventil weist praktisch keine Toträume auf, so daß die Umschaltzeiten zwischen den einzelnen Gasströmen sehr kurz sind.

Die einzelnen Reaktionsgasströme werden nicht an- bzw. abgeschaltet, sondern lediglich zwischen dem Auslaß 4 und dem Auslaß 5 umgeschaltet, so daß keine Druckschwankungen auftreten.

Ferner können die Anschlüsse 5 bzw. 3, die in einer Ebene liegen, von aufeinanderfolgenden Ventilen direkt miteinander verbunden werden, wenn sie mit geeigneten Schraubverbindungen versehen werden, beispielsweise einfachen Rohrverschraubungen oder vorteilhafter Weise VCR-MALE-Schraubverbindungen und VCR-FEMALE-Schraubverbindungen. Führt man z. B. den Anschluß 3 als VCR-MALE-Verbindung und den Anschluß 5 als VCR-FEMALE-Verbindung aus, so ergeben sich besonders kurze Leitungswege, die die Schaltzeiten beim Umschalten zwischen den einzelnen Reaktionsgasströmen weiter herabsetzen.

Ferner können beide Ventilstößel — wie in Fig. 2 dargestellt — geschlossen werden, so daß die Anlage ohne Schwierigkeiten leckgetestet werden kann.

Vorstehend ist die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels beschrieben worden. Im Rahmen des allgemeinen Erfindungsgedankens sind die verschiedensten Modifikationen möglich:

Die Ausbildung des erfindungsgemäßen 4-Wege-Ventils ist selbstverständlich nicht auf die in Fig. 2 gezeigte Ausbildung beschränkt, auch wenn diese den Vorteil hat, daß sie sich leicht durch Modifizierung eines handelsüblichen 3-Wege-Ventils realisieren läßt. Hierzu wird lediglich das 3-Wege-Ventil mit einem zusätzlichen Anschluß, nämlich dem Anschluß 5 sowie mit dem Kanal 21 versehen, der den ständigen Durchgang für das Trägergas herstellt.

Auch ist es möglich von Hand betätigbare oder elektrisch betätigbare Ventile zu verwenden. Elektrisch oder pneumatisch betätigbare Ventile haben jedoch den Vorteil, daß die erfindungsgemäße Gaseinlaßvorrichtung mittels einer Steuerung steuerbar ist, so daß die einzelnen Reaktionsgasströme zu genau definierten Zeitpunkten in das Reaktionsgefäß geleitet werden können.

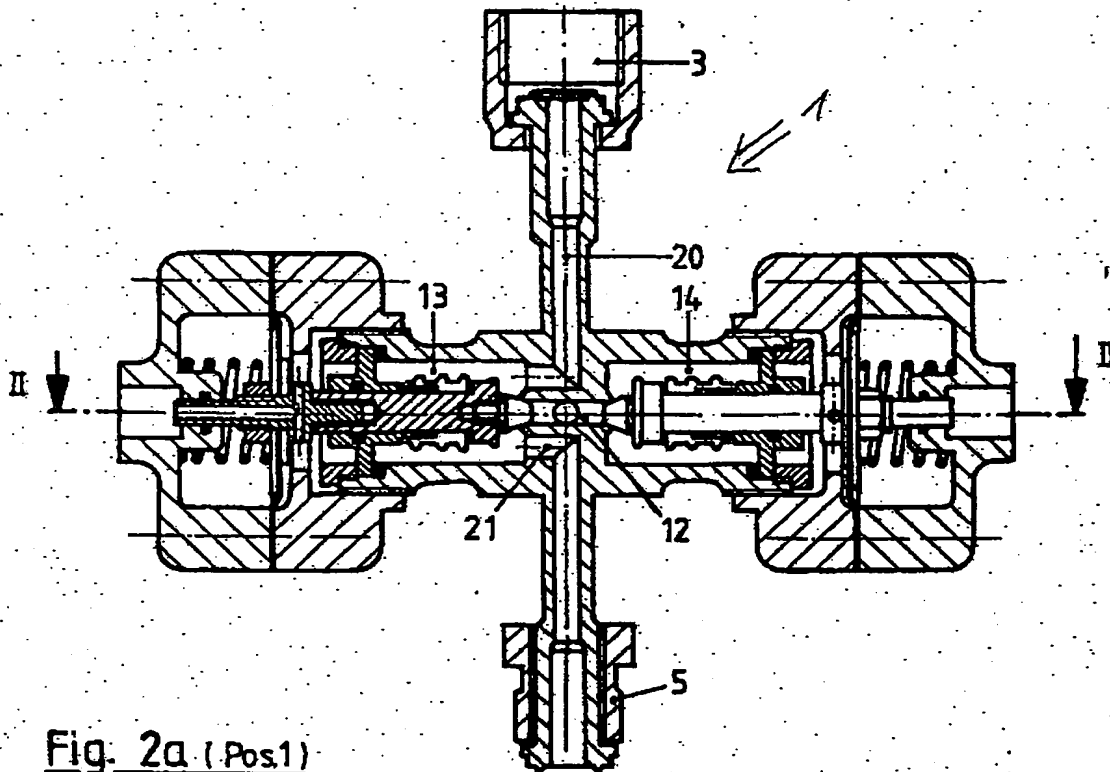


Fig. 2a (Pos.1)

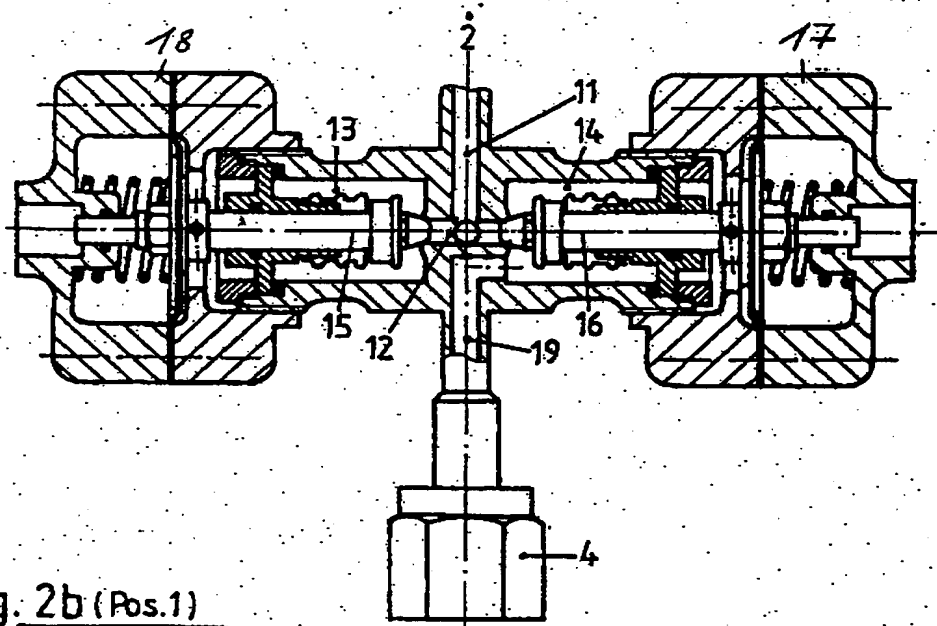


Fig. 2b (Pos.1)

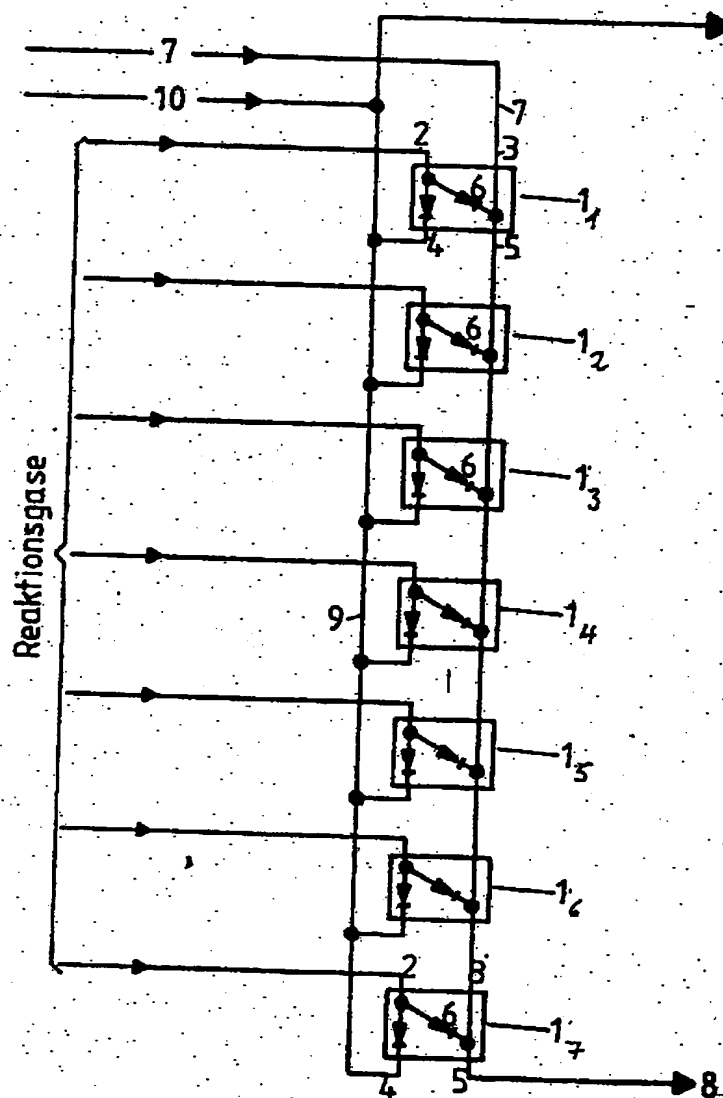


Fig. 1